

JA 0199019

SEP 1987

GASH

## (54) WAFER TREATMENT DEVICE

(11) 62-199019 (A) (43) 2.9.1987 (19) JP

(21) Appl. No. 61-40391 (22) 27.2.1986

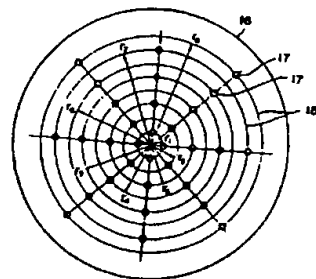
(71) OKI ELECTRIC IND CO LTD (72) TAKA AKI SASAKI

(51) Int. Cl. H01L21/302

**PURPOSE:** To enable the wafer treatment such as formation of CVD films with high uniformity by forming gas supply holes of an upper electrode so that a gas flow velocity on the circumference of a radius on which a substrate to be treated exists satisfies a specified relation.

**CONSTITUTION:** In a wafer treatment device of parallel flat plate system comprising gas supply holes 17 on an upper electrode 16 opposed to a substrate to be treated, a distance between the processed substrate and the upper electrode is  $H$ , a radius of an  $i$ -th pitch circle from the center in the upper electrode is  $r_i$  ( $i=1, 2, 3, \dots$ ), the number and diameter of the gas supply holes 17 are  $n_i$  and  $d_i$  respectively, and a coefficient is  $C$ . In this case, the gas supply holes 17 whose  $r_i$ ,  $n_i$  and  $d_i$  are determined so that a gas flow velocity  $W_{ri}$  on a circumference of a radius  $r_i$  satisfies the equation in the Fig. is formed on the upper electrode 16 uniformly as a whole. By such a constitution, a flowing velocity of the gas supplied to a wafer through the gas supply holes 17 is always constant to a radius direction. Accordingly, the wafer treatment can be effected high uniformity.

$$W_{r1} = W_{r2} = \dots = W_{ri} = \frac{C}{2\pi H} \cdot \frac{\frac{1}{2} n_i d_i^2}{r_i} = \text{CONSTANT}$$



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑬ 公開特許公報(A)

昭62-199019

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和62年(1987)9月2日

H 01 L 21/302

C-8223-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑥ 発明の名称 ウエハ処理装置

② 特 願 昭61-40391

③ 出 願 昭61(1986)2月27日

⑦ 発 明 者 佐々木 幸明 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内

⑧ 出 願 人 沖電気工業株式会社 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

⑨ 代 理 人 弁理士 菊池 弘

#### 明 細 書

##### 1. 発明の名称

ウエハ処理装置

##### 2. 特許請求の範囲

(1) 加工基板の配置位置と対向する上部電極に反、応ガスを供給するガス供給孔を有する平行平板式のウエハ処理装置において、上記加工基板と上記上部電極間距離をH、該上部電極にて中心からi番目のピンチ円の半径を $r_i$  ( $i=1, 2, 3, \dots$ )、ピンチ円半径 $r_i$ の円周上の上記ガス供給孔の孔数及び孔径を夫々 $n_i$ 及び $d_i$ 、係数をCとする時、上記加工基板の半径 $r_i$ の円周上でのガス流速 $W_{r_i}$ が、

$$W_{r_1} = W_{r_2} = \dots = W_{r_i} = \frac{C}{2\pi H} \cdot \frac{\sum_{k=1}^i n_k d_k^3}{r_i} = \text{一定}$$

なる関係式を満たすよう、上記 $r_i$ 、 $n_i$ 及び $d_i$ を定め、た上記ガス供給孔を上記上部電極の全体としてバランスした位置に形成する構成とした事を特徴とするウエハ処理装置。

(2) 上記ガス供給孔は、上記ピンチ円の円周上の孔径 $d_i$ 及び孔数 $n_i$ を一定とすると共に、上記ピン

チ円半径 $r_i$ を $r_1$ を基準として数列 $1, 2, 3, 4, \dots, n, \dots$  ( $n=1, 2, 3, \dots$ )に従った倍数に設定して形成した事を特徴とする特許請求の範囲第1項記載のウエハ処理装置。

(3) 上記ガス供給孔は、上記ピンチ円半径 $r_i$ を基準として数列 $1, 2, 3, 4, \dots, n, \dots$  ( $n=1, 2, 3, \dots$ )に従った倍数に設定すると共に、上記ピンチ円の円周上の孔数 $n_i$ 及び孔径 $d_i$ を、夫々 $n_i$ 及び $d_i$ を基準として数列 $1, 2^1, 2^2, 2^3, \dots, 2^{n-1}, \dots$ 及び数列 $1, 1/\sqrt{2}, 1/2, 1/\sqrt{2}^3, \dots, 1/\sqrt{2}^{n-1}, \dots$  ( $n=1, 2, 3, \dots$ )に夫々従った倍数に設定して形成した事を特徴とする特許請求の範囲第1項記載のウエハ処理装置。

(4) 上記ガス供給孔は、上記ピンチ円の円周上の孔径 $d_i$ を一定とすると共に、上記ピンチ円半径 $r_i$ 及び孔数 $n_i$ を、夫々 $r_i$ 及び $n_i$ を基準として数列 $1, 2^1, 2^2, 2^3, \dots, 2^{n-1}, \dots$ 及び数列 $1, 3, 7, 15, \dots, 2^n-1, \dots$  ( $n=1, 2, 3, \dots$ )に夫々従った倍数に設定して形成した事を特徴とする特許請求の範囲第1項記載のウエハ処理装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明はウエハ処理装置に係り、特に平行平板方式を用いたドライエツチング装置、CVD装置等における反応ガス供給装置に関するものである。  
〔従来の技術〕

従来、ウエハ処理装置として、例えばドライエツチング装置においては、加工基板（以後、ウエハと称する）の微細パターンを実現する為、異方性エツチングが行える平行平板方式が主流となつてきている。

以下、第5図に基き従来のドライエツチング装置の反応ガス供給装置について説明する。同図において、1は反応室であり、この反応室1の上面に設けられているガス導入口2から反応ガス（以後、ガスと略称する）3が定圧室4を介し、内部へと導入される。5はクライオポンプ等の排気手段（図示せず）により反応室1内を所定圧にして排気する為のガス排出口であり、反応室1底面の周縁部の所定箇所に設けられている。また反応室

1内には、多数のガス供給孔（または多孔質材）7が設けられた上部電極6及びウエハ9を収置した下部電極8が上下位置に夫々対向して配設されている。

そしてウエハ9の加工の際には、ガス導入口2からガス3が一組定圧室4に導入され、その後一定の所定圧を以つてガス供給孔7を通る。この為、同図に示す如きガス流を以つて、ガス3がウエハ9表面に一様に供給される。またウエハ9との反応後のガス3は、ガス排出口5を過つて外部へと排出される。

## 〔発明が解決しようとする問題点〕

しかしながら、上記従来例においては、定圧室4に一組導入されたガス3は、一様に形成されたガス供給孔または多孔質材7を過つてウエハ9へ供給される為、第5図に示す如く外周部に行く程、ガスの流量が多くなりエツチング速度にはらつきが生ずるという問題がある。第6図はこの様子を示すプラズマエツチングのエツチング特性の代表例であり、主な加工条件は、反応ガス：SF<sub>6</sub>、反

応ガス圧力：0.2 Torr、ウエハ：Si+Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、下部電極温度：30℃、RF出力：300Wである。同図からも明らかな様に、ウエハ9の外周部は中心部に比べ10%程度エツチング速度が大きくなつてゐる。

上記構成の反応ガス供給装置を用いたCVD装置の場合について言えば、ウエハの外周部でCVD膜の成膜速度が大きくなる。

従つて本発明は、以上述べたウエハに供給されるガス流量の不均一性に起因し、ドライエツチング、CVD膜形成等のウエハ処理を均一に行うことが困難であるという問題を解消した、ウエハ処理装置を提供することを目的とする。

## 〔問題点を解決するための手段〕

本発明に係るウエハ処理装置は、ウエハの半径  $r_i$  ( $i = 1, 2, 3 \dots$ ) の各円周上でのガス流速  $W_{r_i}$ 、即ちウエハの半径  $r_i$  の円内での全ガス供給量  $Q_{r_i} = \int_{R=1}^i a_R Q_R = \int_{R=1}^i a_R dR^2$  ( $a_R$ ：上部電極の中心から  $R$  番目のピンチ円周上のガス供給孔の孔数、 $Q_R$ ：ガス供給孔からのガス供給量、 $dR$ ：ガス供給

孔の孔径、 $C$ ：係数)を  $H \times 2\pi r_i$  ( $H$ ：ウエハと上部電極間の距離、 $r_i$ ：上部電極の中心から  $i$  番目のピンチ円の半径)で除した量が、 $W_{r_1} = W_{r_2} = \dots = W_{r_i} = \frac{C}{2\pi H} \cdot \frac{\int_{R=1}^i a_R dR^2}{r_i}$  一定なる関係式を満たすようにピンチ円半径  $r_i$ 、半径  $r_i$  のピンチ円周上の孔数  $a_i$  及び孔径  $d_i$  を定め多数のガス供給孔を、全体としてバランスさせて上部電極に形成するよう構成したものである。

## 〔作用〕

以上のように、本発明によれば、ウエハの半径  $r_i$  ( $i = 1, 2, 3 \dots$ ) の各円周上におけるガス流速が、 $W_{r_1} = W_{r_2} = \dots = W_{r_i} = \frac{C}{2\pi H} \cdot \frac{\int_{R=1}^i a_R dR^2}{r_i}$  一定なる関係式を満たすよう、

ピンチ円半径  $r_i$ 、半径  $r_i$  の円周上の孔数  $a_i$  及び孔径  $d_i$  を定め多数のガス供給孔をバランスさせて上部電極に形成するようにしたので、ガス供給孔を通してウエハに供給されるガスの流速は半径方向に対し常に一定となる。

## 〔実施例〕

以下、第1図ないし第4図に基づき本発明の実施例を詳細に説明する。第1図は本発明の第1の実施例の説明図で、同図(a)において、16は上部電極、17はガス供給孔で各ピッチ円18の円周上に4個ずつ等間隔に形成されている。 $r_1 \sim r_8$ は、各ピッチ円18の半径を示している。なか、奇数番目と偶数番目のピッチ円18の円周上の各ガス供給孔17は、相互に45°をなす中心線上位置にあり、全体にバランスして形成されている。また同図(b)にて、12はガス導入口、13はガス供給孔17を含むピッチ円18の円周上に形成された円周溝であり、14は上部電極16の表面を覆っている多孔質材である。

ここに於いて、同図(a)を基にガス供給孔17の形成されているピッチ円18の中心から1番目のピッチ円半径  $r_1$  ( $i = 1, 2, 3 \dots$ )、ピッチ円半径  $r_i$  の円周上での孔径  $d_i$  及び孔数  $n_i$  との関係について説明する。この第1の実施例ではウエハ（図示せず）表面のガス流量を中心部から外周部へ放

散的に放らす為に、孔径  $d_i$  及び孔数  $n_i$  を  $d_i = 0.2$  (mm)、 $n = 4$  と夫々一定とすると共に、ピッチ円半径  $r_i$  を最小のピッチ円半径  $r_1 (= 12.5 \text{ mm})$  を基準として、数列  $1, 2, 3, 4, \dots, n, \dots$  ( $n = 1, 2, 3 \dots$ ) に従つた倍数に設定している。

前述したように、ウエハの半径  $r_i$  の円内での全ガス供給量  $Q_{r_i}$ 、及び半径  $r_i$  の円周上でのガス流速  $W_{r_i}$  は夫々以下のように表わされる。

$$Q_{r_i} = C \cdot \frac{1}{2\pi H} \cdot n_i d_i \pi r_i^2 \quad \dots (1)$$

$$W_{r_i} = \frac{C}{2\pi H} \cdot \frac{\frac{1}{2\pi H} \cdot n_i d_i \pi r_i^2}{r_i} \quad \dots (2)$$

式中、 $H$  はウエハと上部電極16間の距離、 $C$  は係数、また1は自然数である。半径  $r_i$  の円内には、ピッチ円半径  $r_i$  の円周上に4個のガス供給孔17が形成されている。従つて、半径  $r_i$  の円内で流出するガス流量  $Q_{r_i}$  及び半径  $r_i$  の円周上でのガス流速  $W_{r_i}$  は、(1)、(2)式より  $Q_{r_i} = C \cdot 4 \cdot (0.2)^2$ 、 $W_{r_i} = \frac{C}{2\pi H} \cdot \frac{4 \cdot (0.2)^2}{r_i}$  となる。またピッチ円半径  $r_1 (= 25.0 \text{ mm})$  の場合、同様にしてガス流量  $Q_{r_1}$

$= C_1 \cdot 8 \cdot (0.2)^2$  となり、 $Q_{r_1} : Q_{r_2} = 1 : 2$ 、 $r_1 : r_2 = 1 : 2$  より  $W_{r_1} = W_{r_2}$  が得られ流速は等しくなる。同様にして  $W_{r_1} = W_{r_2} = W_{r_3} = \dots = W_{r_8}$  となり、ピッチ円半径  $r_i$  のきざみ間隔を小さくしてゆけばガス（図示せず）の流速はウエハ全面に亘つて等しくなる。上述したピッチ円半径  $r_i$ 、孔径  $d_i$ 、孔数  $n_i$  の関係を表1に示す。

表 1

i	$r_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$n_i$
1	12.5	0.2	4
2	25.0	0.2	4
3	37.5	0.2	4
4	50.0	0.2	4
5	62.5	0.2	4
6	75.0	0.2	4
7	87.5	0.2	4
8	100.0	0.2	4

またガス導入口12から導入されるガスは、ガス供給孔17を介して円周溝13及び多孔質材14

を通ることによつて円周方向に展開され、これにより円周方向に於けるガス流速の均一性も十分維持される（同図(b)参照）。

第2図は上記構成の反応ガス供給装置を用い、前述した従来例の場合と全く同一のエッチング条件で、ウエハ上に形成されたシリコン窒化膜 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) にプラズマエッチングを施した時のエッチング特性を示すものである。同図から明らかのように、エッチング速度はウエハ内の位置に依存せず一定であることがわかる。

次に第3図に基づき、第2の実施例を説明する。この第2の実施例において、ガス供給孔17は最小のピッチ円半径  $r_1$ 、ピッチ円半径  $r_i$  の円周上の孔径  $d_i$  及び孔数  $n_i$  を基準として、各ピッチ円半径  $r_i$  は数列  $1, 2, 3, 4, \dots, n, \dots$  に従つた倍数とし、孔数  $n_i$  は数列  $1, 2^1, 2^2, 2^3, \dots, 2^{n-1}, \dots$  に、また同じく孔径  $d_i$  は数列  $1, 1/\sqrt{2}, 1/2, 1/\sqrt{2}^3, \dots, 1/\sqrt{2}^{n-1}, \dots$  ( $n = 1, 2, 3 \dots$ ) に夫々従つた倍数として設定してある。また、これらガス供給孔17は各ピッチ円18の円周上に

おいては等間隔に、しかも全体としてバランスした位置に形成されている。

このように、ガス供給孔17の孔数 $n_i$ をピンチ円半径 $r_i$ の倍率に従って果敢的に増加すると共に、孔径 $d_i$ を孔数 $n_i$ の平方根に逆比例して減少させることにより、円周方向におけるガスの流速を一層均一化することができる。表2は、上述したピンチ円半径 $r_i$ 、孔径 $d_i$ 及び孔数 $n_i$ の関係を示したものである。

表 2

i	$r_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$n_i$
1	25	0.5	4
2	50	0.35	8
3	75	0.25	16
4	100	0.18	32

更に第4図を基に、第3の実施例を説明する。この実施例の場合には、加工工数を減らすと共に円周方向のガス流速の均一性を向上させる為に、孔径 $d_i$ は全て一定(0.5mm)とし、各ピンチ円18

の円周上の孔数 $n_i$ はピンチ円半径 $r_i$ の円周上での孔数 $n_i$ (=3)を基準として、数列1, 2,  $2^2$ ,  $2^3$ , ...,  $2^{n-1}$ , ...に従った倍数とし、また各ピンチ円半径 $r_i$ も同様に最小のピンチ円半径 $r_1$ (=12.5mm)を基準とし、数列1, 3, 7, 15, ...,  $2^n-1$ , ...( $n=1, 2, 3, \dots$ )に従った倍数とするように設定してある。また、これらガス供給孔17は各ピンチ円18の円周上にては等間隔に、しかも全体にバランスする位置に形成されている。表3は上記第3の実施例でのピンチ円半径 $r_i$ 、孔径 $d_i$ 及び孔数 $n_i$ をまとめたものである。

表 3

i	$r_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$n_i$
1	12.5	0.5	3
2	37.5	0.5	6
3	87.5	0.5	12

なお、第1の実施例で述べた円周溝13及び多孔質材14は、第2及び第3の実施例においても同様に適用できることは勿論である。

また、上記各実施例の反応ガス供給装置は、プラズマエッチング装置等のドライエッチング装置に適用した場合について述べているが、反応ガス供給のもとにウエハ上に反応生成膜を形成するCVD装置にも同様にして適用することができる。  
〔発明の効果〕

以上詳細に説明したように、本発明によれば、ウエハ表面に供給される反応ガスのガス流速が一定となるように、平行平板式のドライエッチング装置、CVD装置等のウエハ処理装置の上部電極に、ピンチ円半径 $r_i$ 、ピンチ円半径 $r_i$ の円周上での孔径 $d_i$ 及び孔数 $n_i$ を定めた多数のガス供給孔を全体にバランスさせて形成する構成としている。

従つてドライエッチング、CVD膜形成等のウエハ処理を高い均一性を以つて施すことができるという効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1の実施例の説明図、第2図は同第1の実施例でのエッチング特性図、第3図は同第2の実施例の説明図、第4図は同第3の

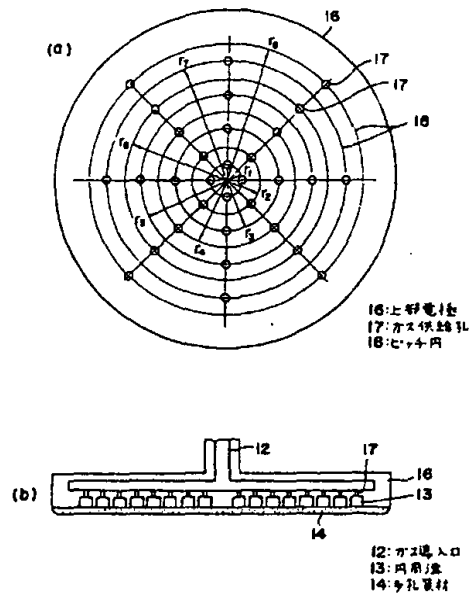
実施例の説明図、第5図は従来例の説明図、また第6図は同従来例でのエッチング特性図である。

12...ガス導入口、13...円周溝、14...多孔質材、16...上部電極、17...ガス供給孔、18...ピンチ円。

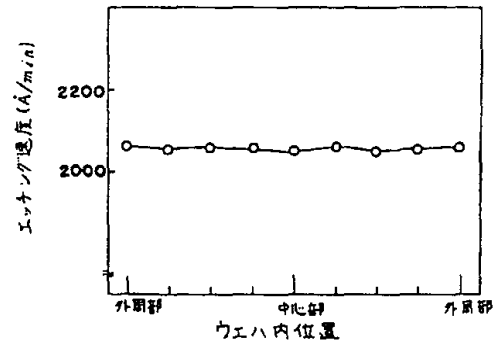
特許出願人 神電気工業株式会社

代理人 弁護士 菊 池 弘

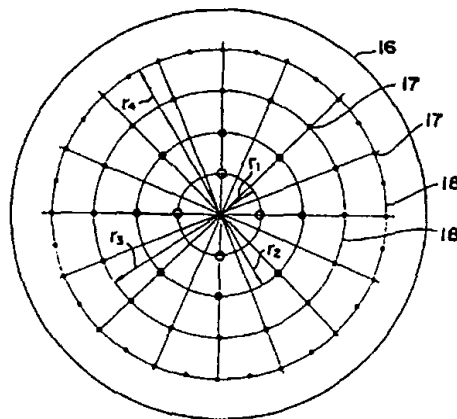




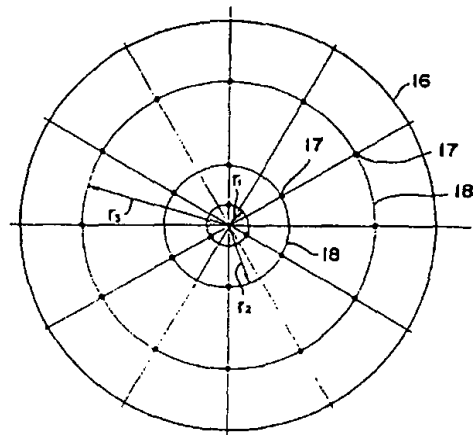
本発明の第1の実施例の説明図  
第 1 図



本発明の第1実施例のエッチング特性図  
第 2 図



本発明の第2の実施例の説明図  
第 3 図



本発明の第3の実施例の説明図  
第 4 図